بررسی جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ارقام نخود تحت تأثیر تنش شوری

روزبه فرهودی* و زهرا خدارحم‌پور

گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی ، شوشتر، ایران

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/١٢/٠٨، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٤/٠٨)

چکیده:

تنش شوری یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی است. این پژوهش به منظور بررسی واکنش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ١٥ رقم نخود به تنش شوری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. فاکتورهای این آزمایش شامل ارقام نخود و سطوح هدایت الکتریکی آب آبیاری (آب دارای هدایت الکتریکی ٠/٧دسی زیمنس بر متر به عنوان شاهد و سطح شوری ٥ دسی زیمنس بر متر به عنوان تنش شوری) بود. نتایج نشان داد تنش شوری سبب کاهش درصد ظهور گیاهچه بر سطح خاک و کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر ارقام نخود شد. تنش شوری سبب کاهش وزن خشک و فتوسنتز ارقام نخود شد اما میزان تنفس برگ را افزایش داد. ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870، MCC537 و MCC392 بیشترین میزان وزن خشک بوته را به خود اختصاص دادند با این حال ارقام MCC776 و MCC552 با وزن خشک ٠/٦٣ و ٠/٦١ گرم در بوته از کمترین وزن خشک بوته برخوردار بودند. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، گوایکول پراکسیداز و گلاتیتیون ردکتاز تحت تأثیر تنش شوری افزایش یافت. بیشترین میزان غلظت مالون دی آلدهید که بیانگر تخریب غشای سلولی گیاهچه است در ارقام MCC759، MCC361 و MCC101 به میزان ٠/٩٥، ٠/٩٤ و ٠/٩٢ نانومول بر گرم وزن‌تر گیاهچه مشاهده شد در حالیکه رقم MCC392 کمترین غلظت مالون دی آلدهید در شرایط تنش شوری را داشت. نتایج نشان داد در شرایط تنش شوری ارقام نخود که دارای بیشترین فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان بودند از میزان فتوسنتز، پایداری غشا سلولی و وزن خشک گیاهچه بیشتری نیز برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: آلفا آمیلاز، فتوسنتز، کاتالاز، گوایکول پراکسیداز، گلاتیتیون ردکتاز.

مقدمه:

نخود (*Cicer arietinum* L.) منبع غنی از پروتیین است که در طیف وسیعی از شرایط محیطی از شرق مدیترانه تا شمال هندوستان و استرالیا کشت می‌شود. این گیاه بیشترین سطح کشت خانواده حبوبات را در ایران به خود اختصاص داده است و در میان کشورهای تولید کننده این محصول، ایران پس از هند، ترکیه و پاکستان در جایگاه چهارم تولید قرار دارد (مجنون حسینی، ١٣٩٢). رشد گیاه نخود در طول دوره رشد تحت تأثیر شرایط مختلف محیطی قرا می‌گیرد. یکی از عوامل تأثیر گذار بر عملکرد دانه نخود تنش شوری است که با تأثیر گذاری بر فرآیند جوانه زنی، فتوسنتز، عملکرد آنزیم‌ها و رشد برگ‌ها عملکرد دانه نخود را تحت تأثیر قرار می‌دهد (کافی و

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rfarhoudi@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

همکاران، ۱۳۸۹). محققین تنش شوری را تجمع یون‌هایی نظیر سدیم، سولفات و کلر در محیط ریزوسفر بیان نموده‌اند به نحوی که رشد و نمو طبیعی گیاه را به دلیل اختلال در جذب آب و املاح و همچنین مسمومیت یونی مختل سازد (Jakob *et al.*, 2005). محققین کاهش فتوسنتز و افزایش شدت تنفس (حبیب اللهی و همکاران، ۱۳۹۱)، کاهش غلظت کلروفیل و تخریب غشای سلولی (Ashraf and Ali, 2008) و کاهش وزن خشک گیاه (اله دادی و همکاران، ۱۳۸۷) تحت تأثیر تنش شوری را گزارش نموده‌اند. تنش شوری موجب کاهش سرعت جوانه زنی، کاهش غلظت کلروفیل و تشدید تخریب غشاهای سلولی گیاهچه نخود شد که کاهش رشد نخود را در پی داشت (Kafi *et al.*, 2011).

جوانه‌زنی بذر یکی از مهمترین مراحل رشد گیاهان زراعی است که در تعیین تراکم نهایی بوته در واحد سطح و تولید عملکرد دانه نقش اساسی دارد. درصد جوانه‌زنی و سرعت سبز شدن بذر تحت تأثیر عوامل محیطی مانند تنش شوری قرار می‌گیرد. تنش شوری در مرحله جوانه زنی سبب کاهش درصد جوانه زنی، کاهش رشد گیاهچه و کاهش سرعت سبز شدن بذر ارقام نخود شد و تنوع قابل توجهی میان ارقام نخود از نظر تحمل تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی مشاهده گردید (اله دادی و همکاران، ۱۳۸۷؛ بهبودیان و همکاران، ۱۳۸٤). تنش شوری آب قابل دسترس بذر نخود را در فرآیند جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار داد و منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی بذر شد (Okcu *et al.*, 2005). تنش شوری سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام سویا شد. تجمع املاح مضر نظیر کلر و سدیم و کاهش آب قابل دسترس بذر و گیاهچه در حال رشد از دلایل کاهش رشد گیاهچه ارقام سویا و درصد جوانه‌زنی آنها بود (باقری فرد و همکاران، ۱۳۹۳). آنزیم آلفا آمیلاز از آنزیم‌های حیاتی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها در فرآیند جوانه‌زنی است که فعالیت آن تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله تنش شوری قرار می‌گیرد. تنش شوری سبب کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و جوانه‌زنی بذر ارقام کلزا شد (فرهودی، ۱۳۹۱). تأخیر در جوانه‌زنی و ظهور گیاهچه لوبیا چشم بلبلی در شرایط تنش شوری ناشی از کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بود (Oliveira-Neto *et al.*, 1998). بروز تنش شوری در مراحل ابتدایی جوانه زنی بذر سبب کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، القای تنش اکسیداتیو و کاهش معنی دار جوانه زنی بذر گندم شد (Munns and James, 2003).

یکی از اثرات تنش شوری در گیاهان، تولید انواع گونه‌های فعال اکسیژن مانند آب اکسیژنه، سوپر اکسید و رادیکال هیدروکسیل و تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر آنها می‌باشد. در واقع تجمع گونه‌های فعال اکسیژن در محیط سلول گیاهی منجر به القای تنش اکسیداتیو و تخریب چربی‌های غشا، پروتیین‌ها و ماده وراثتی سلول می‌شود (Munns and James, 2003). تحقیقات نشان داد در شرایط تنش شوری میزان تخریب غشاهای سلولی و نشت پذیری غشا سلولی ارقام گندم افزایش یافت اما میزان نشت پذیری غشا سلولی در ارقام گندم حساس به شوری بیشتر از ارقام متحمل به شوری بود (Sherazi *et al.*, 2005). بررسی تخریب غشاهای سلولی و تولید مالون دی آلدهید ناشی از تخریب غشاهای سلولی یکی از معیارهای بررسی واکنش گیاهان به تنش‌های محیطی از جمله شوری است که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Munns, 2002). محققان با بررسی واکنش گیاهچه برنج و ارزن به تنش شوری مشاهده نمودند تنش شوری سبب افزایش غلظت مالون دی آلدهید و تخریب غشاهای سلولی در گیاهان مورد مطالعه شد (Bhattacharjee and Mukherjee, 2002; Sreenivasulu *et al.*, 2000). گیاهان جهت رفع مشکلات ناشی از تنش اکسیداتیو نسبت به افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان اقدام می‌نمایند که از مهمترین این آنزیم‌ها می‌توان به کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و گلوتاتیون ردکتاز اشاره نمود (Ashraf and Ali, 2008). آسکوربات پراکسیداز یک آنزیم آنتی اکسیدان است که به عنوان کاتالیزور، اکسیداسیون ترکیبات پروتون دهنده را با آب اکسیژنه کاتالیز می‌کند و در نتیجه موجب تجزیه آب اکسیژنه می‌شود (Mittler, 2002; Munns, 2002). کاتالاز نیز یک آنزیم اکسیدوردکتاز است که در حذف آب اکسیژنه از

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

سلول‌های گیاهی نقش دارد و گلوتاتیون ردکتاز نیز در حذف گلوتاتیون اکسید شده از محیط سلول نقش اساسی دارد (Mittler, 2002). در گیاه عدس و نخود میان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و تحمل تنش شوری همبستگی مثبتی مشاهده شد که بیانگر نقش مثبت این آنزیم‌ها در تحمل تنش شوری بود (Hernandez *et al.*, 2000; Bandeoglu *et al.*, 2004). تحقیقات نشان داد تنش شوری سبب القای تنش اکسیداتیو ، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و کاهش غلظت کلروفیل برگ گیاهچه ارقام نخود ایرانی شد (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به اهمیت تنش شوری در مرحله جوانه‌زنی و رشد رویشی، این پژوهش به منظور بررسی مراحل ابتدایی رشد گیاهچه ارقام نخود تحت تأثیر تنش شوری و شناخت سازوکارهای احتمالی تحمل تنش شوری در گیاهچه ارقام نخود انجام شد.

مواد و روش‌ها:

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ به منظور بررسی واکنش جوانه زنی، رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان ۱۵ رقم نخود به تنش شوری به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. فاکتورهای این آزمایش شامل ارقام نخود و سطوح شوری آب آبیاری (آب دارای هدایت الکتریکی ۰/۷دسی زیمنس بر متربه عنوان شاهد و سطح شوری ۵ دسی زیمنس بر متر به عنوان تنش شوری) بود. جهت ضدعفونی نمودن بذرها، آن‌ها را در محلول هیپوکلریت سدیم به مدت سه دقیقه خیسانده و سپس توسط آب مقطر به خوبی شسته شدند. برای اعمال تنش شوری از نمک کلرید سدیم آزمایشگاهی (شرکت مرک آلمان) استفاده شد.

محیط کشت شامل جعبه‌های کشت به طول و عرض ۳۰ سانتی متر و ارتفاع ۱۸ سانتی متر بود که توسط مخلوط خاک و کود حیوانی (به نسبت ۳ به ۱) پر شده بودند. در هر جعبه کشت ۲۵ عدد بذر کشت شد و پس از کشت بذرها، از اولین آبیاری تنش شوری اعمال شد. طول دوره آزمایش ۳۵ روز بود و در این مدت گلدان‌ها در گلخانه با شرایط دمای ۱۸/۲٤ درجه سانتیگراد، رطوبت ٦۰ درصد و تناوب ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داشتند. در ابتدای آزمایش هدایت الکتریکی خاک آزمایش ۱/۱ دسی زیمنس بر متر و در پایان آزمایش در گلدان‌هایی که تنش شوری اعمال شده بود هدایت الکتریک خاک به طور متوسط ۱/۹ دسی زیمنس بر متر بود.

در بخش اول این آزمایش درصد ظهور گیاهچه بر سطح خاک، میانگین زمان جوانه زنی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بررسی شد. در بخش دوم نیز وزن خشک اندام هوایی، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان، میزان فتوسنتز و تنفس و همچین غلظت مالون دی آلدهید گیاهچه مورد بررسی قرار گرفتند. درصد ظهور گیاهچه بر سطح خاک و میانگین زمان جوانه زنی (بر اساس داده‌های ۸ روز پس از اولین آبیاری) بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه گردید (Scott *et al.*, 1984):

رابطه :۱

$$\text{درصدجوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذور جوانه‌زده در دوره آزمایش}}{\text{کل بذور کاشته شده}} \times ۱۰۰$$

رابطه ۲:

$$MGT = \frac{\sum f_i x_i}{N}$$

fi: روز شمارش

xi: تعداد بذر جوانه زده در روزf

N: کل بذرهای جوانه زده

جهت بررسی فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، شش روز پس از اولین آبیاری سه بذر در حال جوانه زنی از هر جعبه کشت جدا شد. برای تهیه محلول استخراج ابتدا پنج میلی لیتر محلول ٦۰ میلی مولار بافر فسفات (pH= 6.8) به گیاهچه‌ها اضافه شد و سپس گیاهچه به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شدند (با دور۱۲۰۰۰ دور در دقیقه). جهت اندازه‌گیری آنزیم α- آمیلاز ابتدا ۰/۵ میلی لیتر محلول نشاسته به داخل لوله آزمایش منتقل شد سپس ۰/۵ میلی لیتر از عصاره تهیه شده در بالا به آن اضافه شده و بعد از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در ۳۷ درجه سانتی گراد بوسیله یک میلی لیتر اسید هیدروکلریدریک ۰/۱ نرمال واکنش را متوقف کرده و در ادامه یک میلی لیتر از معرف ید به آن اضافه شد. پس از آن حجم محتوی لوله را با آب مقطر به حدود ۱۰ میلی لیتر رسانده و میزان جذب رنگ را با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ٦۲۰ نانومتر خوانده و با نمونه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

شاهد مقایسه شد (Xiao *et al.*, 2006).

جهت بررسی وزن خشک اندام هوایی، ۳۵ روز پس از اولین آبیاری، سه گیاهچه از هر گلدان جدا شد و در پاکت کاغذی در آون با دمای ٦۰ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت خشک و وزن آن با ترازو بررسی شد.

جهت بررسی فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز ابتدا ۰/۱ گرم بافت گیاهچه در هاون چینی بوسیله نیتروژن مایع کاملاً پودر شد و سپس یک میلی مولار آسکوربات و یک میلی لیتر بافر ۱۰۰ میلی مولار فسفات پتاسیم (اسیدیته ۷) حاوی EDTA به آن اضافه و به مدت ۱۵ دقیقه در سانترفیوژ با دور ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانترفیوژ شد و در پایان ۵۰ میکرولیتر از قسمت بالایی این محلول برای بررسی فعالیت آنزیم به عنوان محلول پروتیینی برداشته شد. در ادامه بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار، یک میلی مولار آب اکسیژنه و ۵ میلی مولار آسکوربات با ۵۰ میکرولیتر عصاره استخراج شده ترکیب شد و میزان جذب در طول موج ۲۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر بررسی شد. برای بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز نیز ۵۰ میکرو مول از محلول پروتئینی استخراج شده از گیاهچه به ۱۰۰ میلی مول بافر فسفات اضافه و سپس۳۰ میکرو لیتر پراکسید هیدروژن نیز به مخلوط افزوده شد. در نهایت این مخلوط در کووت اسپکتو فتومتر ریخته شد و در طول موج ۲٤۰ نانومتر فعالیت آنزیمی بر اساس تغییرات جذب قرائت شد (Chance and Maehly, 1995). جهت بررسی میزان فعالیت آنزیم گلاتیتیون ردکتاز نیز ۵۰ میکرولیتر از محلول پروتیینی با بافر فسفات ۲۰۰ میلی مولار (اسیدیته ۷)، ۵۰۰ میکرومولار گلوتاتیون اکسید شده، ۵۰ میکرومولار NADPH، ۱/۵ میلی مولار کلرید منیزیم ترکیب و پس از هم زدن میزان فعالیت آنزیم در طول موج ۳٤۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر قرائت شد (Oracz *et al.*, 2007).

به منظور تعیین غلظت مالون دی آلدهید در برگ، نیم گرم برگ تازه از هر گیاه (دو نمونه از هر جعبه کشت) را در محلول ۲۰ درصد تیوکلرو استیک اسید که حاوی ۰/۵ درصد تیو باربیتوریک اسید بود کاملاً پودر کرده و آنگاه این مخلوط به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی گراد در حمام بن ماری حرارت داده شد. سپس این مخلوط را در حمام یخ سرد کرده و غلظت مالون دی آلدئید در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد (Valentovic *et al.*, 2006).

جهت اندازه‌گیری فتوسنتز و تنفس از دستگاه سنجش فتوسنتز و تنفس مدل LA –PO103 ساخت کره جنوبی استفاده شد. نمونه گیری‌ها بین ساعت ۱۲ ظهر تا یک بعد ازظهر از برگ بالغ انجام شد. به این منظور برگ در انبرک دستگاه قرار گرفت و پس از مدت ٦۰ ثانیه میزان فتوسنتز بر حسب میکرومول دی اکسیدکربن در مترمربع در ثانیه و تنفس بر حسب میکرومول اکسیژن درمترمربع در ثانیه قرائت شد (سه نمونه در هر جعبه کشت).

محاسبات آماری داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار Mstatc و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح آماری یک درصد) استفاده شد.

نتایج و بحث:

نتایج آزمایش نشان داد کلیه صفات مورد بررسی تحت تأثیر تنش شوری، ارقام نخود و برهمکنش این دو فاکتور قرار گرفت (جدول ۱).

فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز: در شرایط نرمال کمترین فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در رقم MCC361 مشاهده شد که تفاوت معنی داری با ارقام MCC392 و MCC774 نداشت. تنش شوری سبب کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذر ارقام نخود به استثنای رقم MCC78 (۸/۹ نانومول بر میلی گرم پروتیین بر دقیقه) شد. البته میزان فعالیت آلفا آمیلاز در این رقم در شرایط تنش شوری با ارقام MCC870، MCC392 و MCC10 تفاوت معنی‌داری نداشت. ارقامMCC776، MCC101 و MCC774 نیز کمترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در شرایط تنش شوری را به خود اختصاص دادند (به ترتیب ۳/۱، ۳/۱ و ۳ نانومول بر میلی گرم پروتیین بر دقیقه) (جدول ۲). آنزیم آلفا آمیلاز از آنزیم‌های حیاتی در متابولیسم کربوهیدرات‌ها در فرایند جوانه‌زنی است که فعالیت آن تحت تأثیر عوامل محیطی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات بررسی شده در ارقام نخود تحت تأثیر تنش شوری

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد ظهور گیاهچه	میانگین زمان جوانه زنی	فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز	وزن خشک اندام هوایی	فعالیت آنزیم کاتالاز
بلوک	۳	۱۸/۲^{ns}	٤۲/۱**	۰/ ۱۷^{ns}	۳۷/۲^{ns}	۲/۹^{ns}
تنش شوری	۱	۲٥٤۱**	۷٦/۳**	۲٦**	٤۱٥٦۸٤**	۲٤۷**
ارقام	۱٤	۲۰۰۲**	۱۰٥/٦**	۲۰/۲**	۲۲۹۱**	٤۱**
تنش شوری×ارقام	۱٤	۲۳۰٥**	۸۹/۹**	۹/۸**	٤٥۲۸**	۲۱**
خطای آزمایشی	۸۷	۱۸/۱	۷/۲	۱/۳	۳۷/٥	۰/۰٤
درصد ضریب تغییرات		۱۰/۹	٦/۱	۱۱/۲	٤/۲	۹/۹

^{ns} و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱ درصد

ادامه جدول ۱-

منابع تغییر	درجه آزادی	فعالیت آنزیم پراکسیداز	فعالیت آنزیم گلاتیتیون ردکتاز	غلظت مالون دی آلدهید	میزان فتوسنتز	میزان تنفس
بلوک	۳	۱۳*	۰/۷^{ns}	۱/۱^{ns}	۱۳/۳**	۰/۰۱^{ns}
تنش شوری	۱	۲٦۱۲**	٤۸۹**	۸۲۸۹**	۱٦٦۲**	۳٥/۸**
ارقام	۱٤	۱٦۸**	٥۰**	٥۷۲**	٥٤**	۱/۸**
تنش شوری×ارقام	۱٤	۸۰**	۱٥/٤**	۱٥٤**	۱٦/٥**	۰/٦**
خطای آزمایشی	۸۷	۱/۳	۰/۱٦	۰/۰۰۰٤	۰/٤۰	۰/۰۲
درصد ضریب تغییرات		٥/۱	۱٤/۲	٦/٤	٦/٤	۷/۱

^{ns} و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۱ درصد

قرار می‌گیرد. این آنزیم در تأمین انرژی مورد نیاز برای مرحله جوانه‌زنی بذر گیاهان نقش اساسی دارد (Kato-Noguchi and Macias, 2008). در شرایط تنش شوری، تجمع املاح مضر و تخریب غشای سلولی و ماکروملکول‌ها سبب کاهش فعالیت و کارآیی آنزیم آلفا آمیلازدر گیاهان می‌گردد که کاهش جوانه زنی و رشد گیاهچه را در پی دارد. فرهودی (۱۳۹۱) گزارش نمود تنش شوری سبب کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر ارقام کلزا شد و میان کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و کاهش رشد گیاهچه ارقام کلزا تحت تأثیر تنش شوری رابطه مستقیمی وجود داشت. در تحقیق حاضر نیز ارقام MCC776، MCC101 و MCC774 که کمترین درصد ظهور گیاهچه بر سطح خاک را داشتند از کمترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز تحت تأثیر تنش شوری برخوردار بودند که بیانگر تأثیر منفی تنش شوری بر فعالیت‌های آنزیمی بذر و جوانه‌زنی آن است.

درصد ظهور گیاهچه و میانگین زمان جوانه‌زنی: نتایج نشان داد تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار درصد ظهور گیاهچه نخود بر سطح خاک شد در حالیکه در شرایط عدم تنش تفاوت معنی‌داری میان درصد ظهور گیاهچه‌های ارقام نخود بر سطح خاک دیده نشد (جدول ۲). در شرایط تنش شوری ارقام MCC776 و MCC774 کمترین درصد ظهور گیاهچه نخود به میزان ٥٥/۲ و ٥۸/۲ درصد را داشتند در حالیکه ظهور گیاهچه ارقام MCC870، MCC392 و MCC78 به میزان ۸۷/۳، ۸٥/٤ و ۸٦ درصد در سطح آماری یک درصد تفاوت معنی‌داری با شرایط شاهد نداشت. تنش شوری سبب افزایش معنی‌دار میانگین زمان جوانه‌زنی در تمام ارقام نخود شد (جدول ۲). در شرایط تنش شوری کمترین میانگین زمان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل واکنش جوانه‌زنی و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز ارقام نخود به تنش شوری

ارقام	ظهور گیاهچه بر سطح خاک (درصد)		میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)		فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (نانومول بر میلی گرم پروتیین بر دقیقه)	
	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری
MCC870	۹۱/۲ a	۸۷/۳ ab	۲/۳ a	٤/۰ bc	۱۱/۳ a	۸/۲b
MCC392	۹۰/۳ a	۸۵/٤ ab	۲/۷ a	۳/۲ b	۹/۸ ab	۸/۳b
MCC78	۹۱/۲ a	۸٦/۰ ab	۲/۰ a	۳/۷ b	۱۲/۲ a	۱۰/۱a
MCC358	۹٤/۳ a	۷۲/۹ b	۲/۳ a	۳/۵ b	۱۲/۱ a	۵/۹c
MCC361	۹۱/۲ a	۷۰/۳ b	۲/۱ a	٦/۲ d	۸/۱ b	٦/٤c
MCC759	۸۹/٤ a	۷۱/۲ b	۲/۹ a	۵/۳ d	۱۳/۳ a	۵/۸c
MCC873	۹۱/۹ a	۸٤/٤ b	۲/۵ a	٤/۳ c	۱۱/۲a	۸/۱b
MCC537	۹۵/۲ a	۷۲/۵ b	۲/۲ a	۵/۸ d	۱۰/۹a	۵/۹c
MCC774	۹۰/۰ a	۵۸/۳ c	۲/۷ a	٦/۱d	۹/٤ ab	۳/۰e
MCC39	۸۹/۰ a	٦۹/٤ b	۲/۳a	٦/۳ d	۱۱/۲ a	٤/۱d
MCC552	۹۲/۱a	۷۵/۲ b	۲/۵a	٦/۰d	۱۱/۷ a	٤/۱d
MCC588	۹۲/۲ a	۷۳/۱ b	۲/۱a	۵/۹ d	۱۲/۳ a	۵/۱cd
MCC101	۹۰/٦ a	٦۲/۳ bc	۲/۵a	۵/۹ d	۱۲/۹ a	۳/۰e
MCC776	۹۳/۲ a	۵۵/۲ c	۲/۲a	٦/۲ d	۱۳/۱ a	۳/۱e
MCC10	۹۰/٤ a	۸٦/۲ b	۲/۰a	٤/۱bc	۱۲/۰a	۹/۱ab

میانگین‌هایی که در هر صفت دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

جوانه‌زنی در ارقام MCC392 ،MCC358، MCC3 10، MCC870 و MCC78 مشاهده شد که بیانگر جوانه‌زنی سریعتر در این ارقام تحت تأثیر تنش شوری در مقایسه با سایر ارقام بود. بهبودیان و همکاران (۱۳۸٤)، اله دادی وهمکاران (۱۳۸۷) و عباسی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی جوانه‌زنی ارقام نخود تحت تأثیر تنش شوری مشاهده نمودند تنش شوری سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی ارقام نخود شد. در پژوهش حاضر نیز تنوع قابل توجهی میان ارقام نخود از نظر درصد جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی در شرایط تنش مشاهده شد (جدول ۲). تنش شوری با تأثیر گذاری بر میزان جذب آب و تجمع املاح مضر نظیر سدیم و کلر در لپه‌ها و گیاهچه جوان سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه نخود (قلی‌پور و همکاران، ۱۳۸۲) و سویا (باقری‌فرد و همکاران، ۱۳۹۳) شد. تنش شوری سبب کاهش شدید درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام نخود شد زیرا در شرایط تنش شوری، تجمع املاح مضر نظیر سدیم و کلر در بافت گیاهچه سبب اختلال در فرآیند جوانه‌زنی می‌شود (الله دادی و همکاران، ۱۳۸۷). مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در گیاهان زراعی از مراحل حساس رشد به تنش شوری است و تجمع نمک در محیط پیرامون جوانه زنی بذر به دلیل اختلال در جذب آب و کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، کاهش رشد گیاهچه ها را در پی دارد (Cavalanti *et al.*, 2007؛ Ashraf and McNeilly, 2004; Munns, 2002).

وزن خشک اندام هوایی: نتایج آزمایش نشان داد وزن خشک اندام هوایی تمام ارقام نخود مورد مطالعه به استثنای رقم MCC588 در شرایط نرمال در یک گروه آماری قرار گرفت و تفاوت معنی‌داری میان آنها مشاده نشد (جدول ۳). تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

تمام ارقام نخود شد اما در این شرایط ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870،MCC537 و MCC392 بیشترین میزان وزن خشک را به خود اختصاص دادند و در همین حال ارقام MCC776 و MCC552 با وزن خشک ۰/٦۳ و ۰/٦۱ گرم بر بوته از کمترین وزن خشک بوته برخوردار بودند (جدول ۳). کاهش وزن گیاهچه نخود (بهبودیان و همکاران، ۱۳۸٤؛ الله دادی و همکاران، ۱۳۸۷)، سویا (باقری فرد و همکاران، ۱۳۹۳) و کلزا (فرهودی، ۱۳۹۱) تحت تأثیر تنش شوری گزارش شده است. تنش شوری با تأثیر منفی بر فتوسنتز و انتقال مواد فتوسنتزی (Ashraf and McNeilly, 2004) و تخریب غشاهای سلولی و ایجاد تنش اکسیداتیو(Ashraf and Ali, 2008) سبب کاهش رشد گیاهان زراعی می‌گردد. بررسی وزن خشک در شرایط تنش شوری یکی از معیارهای مناسب انتخاب گیاهان متحمل به شوری است (Munns, 2002). در آزمایش حاضر نیز ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870، MCC537 و MCC392 که در شرایط تنش شوری از وزن خشک اندام هوایی بیشتری برخوردار بودند از فتوسنتز و پایداری غشای سلولی بیشتری نیز برخوردار بودند (جدول ۳) که بیانگر رابطه مستقیم بین وزن خشک و شرایط فیزیولوژیک گیاه در شرایط تنش است. تنش شوری سبب کاهش معنی دار وزن خشک اندام هوایی ارقام نخود شد (کافی و همکاران،۱۳۸۹).

فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان: آنزیم کاتالاز در شرایط نرمال در کمترین میزان فعالیت خود بود و تفاوت معنی‌داری میان ارقام نخود از نظر سطح فعالیت این آنزیم مشاهده نشد (به استثنای رقم MCC774). تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام نخود شد و در این شرایط بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در ارقام MCC870، MCC392، MCC78، MCC873 و MCC10 مشاهده شد (جدول ۲). ارقام نخود در شرایط نرمال از تنوع بیشتری در فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز در مقایسه با آنزیم کاتالاز برخوردار بودند و بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در رقم MCC552 به میزان ۲۰/۲جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتیین مشاهده شد. تنش شوری سبب افزایش فعالیت آنزیم گوایکول پراکسیداز شد بطوریکه ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870 و MCC392 به ترتیب بیشترین میزان فعالیت این آنزیم آنتی اکسیدان را داشتند (٤٤/٤، ٤١/٦، ٤١/٩، ٤١/٤ و ٤٠/٦ ۲۰جذب در دقیقه به ازای هر میلی گرم پروتیین). مانند آنزیم کاتالاز در آنزیم گلاتیتیون ردکتاز نیز در شرایط نرمال تفاوت معنی داری میان سطح فعالیت این آنزیم در ارقام نخود مشاهده نشد در حالیکه تنش شوری سبب تشدید فعالیت آنزیم گلاتیتیون ردکتاز شد. در این شرایط ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870،MCC537 و MCC392 بیشترین فعالیت این آنزیم را داشتند. تخریب غشاهای سلولی و افزایش درصد اسیدهای چرب آزاد یکی از اثرات منفی تنش‌های محیطی نظیر شوری بر رشد گیاهان است Ashraf (and Ali, 2008). نتایج نشان داد فعالیت آنزیم‌های گوایکول پراکسیداز، گلاتیتیون ردکتاز و کاتالاز تحت تأثیر تنش شوری در ارقام مورد بررسی افزایش یافت که بیانگر تحریک فعالیت آنتی اکسیدان‌ها برای دفاع از محیط سلول در مقابل اثرات تنش شوری است (جدول۳) آنزیم‌های آنتی اکسیدان با پاکسازی سلول از انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن، موجب حفظ پایداری غشا سلولی و عملکرد مناسب آنزیم‌های گیاهی می‌شوند (Shirazi *et al*., 2005). در شرایط تنش‌های محیطی نظیر شوری، تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن در محیط سلول موجب بروز تنش اکسیداتیو می‌شود و فعالیت مناسب آنزیم‌های آنتی اکسیدان در این شرایط به حفظ پایداری سلول در شرایط تنش کمک می‌کند. تأثیر مثبت فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در تحمل تنش شوری دربسیاری از گیاهان زراعی نظیر نخود (عباسی و همکاران، ۱۳۹۳)، برنج (حبیب الهی و همکاران، ۱۳۹۱) و کلزا (Ashraf and Ali, 2008) گزارش شده است. در تحقیق حاضر نیز ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870،MCC537 و MCC392 که در شرایط تنش شوری بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان را داشتند از کمترین غلظت مالون دی آلدهید و تخریب غشاهای سلولی برخوردار بودند که بیانگر نقش مثبت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

جدول ۳- مقایسه میانگین برهمکنش واکنش وزن خشک، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، فتوسنتز و تنفس ارقام نخود به تنش شوری

ارقام	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر بوته)		فعالیت آنزیم کاتالاز (میلی‌گرم جذب در دقیقه)		فعالیت آنزیم پراکسیداز (میلی‌گرم جذب در دقیقه)		فعالیت آنزیم گلاتیتیون ردکتاز (نانومول NADPH بر میلی گرم پروتین بر دقیقه)	
	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری
MCC870	۲/۳ a	۱/٤۱ b	۱/۳efg	٤/۱a	۱۵/۱j-m	٤۱/٤b	۰/۹۹efg	٤/۵a
MCC392	۲/۷ a	۱/٤۳ b	۱/۲fg	٤/۱a	۱۲/۹k-n	٤۰/٦b	۰/۹٦efg	٤/۷a
MCC78	۲/۱ a	۱/٤۱ b	۱/٤efg	٤/۲a	۱۲n	٤۱/۹b	۱efg	٤/۷a
MCC358	۱/۹ ab	۱/۰۳ c	۱/۲fg	۲/۳c	۱۲/۸lmn	۳۰d	۰/۸۷fg	۲/٤bcd
MCC361	۲/۳ a	۰/۹۱ d	۱/۳efg	۱/۵efg	۱۳/۸j-n	۲۰/٦ghi	۰/۹۵efg	۲/٤bcd
MCC759	۲/٤ a	۰/۹۲ d	۱/٤efg	۱/۸de	۱۲/۵mn	۲۳/۲efg	۰/۹۲efg	۱/٦ g
MCC873	۱/۹ ab	۱/٤۳ b	۱/۱g	٤/۵a	۱۱/٤n	٤٤/٤a	۰/۹efg	٤/۷ a
MCC537	۲/۳ a	۱/۱۸ bc	۱/۵d-g	۳/۳b	۱۳/۱k-n	۳٦/۵c	۰/۹٦efg	٤/٦ a
MCC774	۲/۲ a	۰/۸۱ de	۱/٦d-g	۱/۸de	۱۱/۳n	۲۲/۹efg	۰/۹٦efg	۲/۸ b
MCC39	۲/۳ a	۰/۷۰ e	۱/۵d-g	۲cd	۱۵/۱j-m	۲٤/٤ef	۱efg	۱/٦ g
MCC552	۲/۱a	۰/٦۱ f	۱/۸de	۱/٦def	۲۰/۲hi	۲۱/۹fgh	۱/۱efg	۱/۸۵b-f
MCC588	۱/۸ ab	۰/۷۲ e	۱/٦d-g	۱/۷def	۱۵/۷jk	۲۲/۹efg	۱/۱efg	۱/۹ b-e
MCC101	۲/۱ a	۰/۸۷ d	۱/۵ d-g	۱/۷def	۱۲/٤mn	۲٤/۷e	۱efg	۲/٦bc
MCC776	۲/٤ a	۰/٦۳ ef	۱/٦d-g	۱/۷def	۱٦/۱j	۱۸/۹i	۱efg	۲/٦bc
MCC10	۲/۳ a	۱/۵۳ b	۱/٦ d-g	٤/٤a	۱۲/٦mn	٤۱/٦b	۱efg	٤/۸a

ادامه جدول ۳-

ارقام	غلظت مالون دی آلدهید ریزوم(نانومول بر گرم بافت تازه)		فتوسنتز (میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع سطح برگ در ثانیه)		تنفس (میکرومول اکسیژن در سانتی متر مربع سطح برگ در ثانیه)	
	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری	شاهد	تنش شوری
MCC870	۰/۰۰۵f	۰/۳۳d	۱۳/۷ a-d	۹/٤e	۰/۸٦g	۱/۷f
MCC392	۰/۰۰٤f	۰/۲۹ e	۱۲/۸bcd	۸/٤e	۰/۸۵g	۱/۸f
MCC78	۰/۰۰٤f	۰/۳۲d	۱۲/۷ cd	۸/٤e	۰/۹۱g	۱/۸f
MCC358	۰/۰۰۵f	۰/۹b	۱٤/۲ a-d	۵/۳f	۰/۹۵g	۳/۵bc
MCC361	۰/۰۰۵f	۰/۹٤ab	۱۳/۲bcd	۵fg	۰/۸۲g	۳/۳c
MCC759	۰/۰۰۵f	۰/۹۵a	۱۲/۵d	٤/۸fg	۰/۹۵g	۳/۵bc
MCC873	۰/۰۰۵f	۰/۳۱d	۱۳bcd	۸/۹e	۰/۸۵g	۲/۰ e
MCC537	۰/۰۰۵f	۰/۳۳d	۱۳/۹ a-d	۸/۸e	۰/۸٦g	۲/۱e
MCC774	۰/۰۰٤f	۰/۷۹c	۱۳bcd	٤/٤fg	۰/۸٦g	۳/٦abc
MCC39	۰/۰۰۵f	۰/۸٤c	۱۵/۲a	٤/۳fg	۰/۹٤g	۳/۸a
MCC552	۰/۰۰٤f	۰/۸۳c	۱٤/۳abc	٤/٦fg	۰/۸۹g	۳/۵bc
MCC588	۰/۰۰٤f	۰/۸۲c	۱۳/٤bcd	٤/۵fg	۰/۹۵g	۳/٦ab
MCC101	۰/۰۰۵f	۰/۹۲ab	۱۲/۸bcd	٤/۵fg	۰/۹۳g	۲/۹d
MCC776	۰/۰۰٦f	۰/۸٤c	۱۳bcd	۳/۵g	۰/۸٤g	۲/۰e
MCC10	۰/۰۰۳f	۰/۳٤d	۱٤/٤ab	۹/۸e	۰/۹۱g	۱/۵f

میانگین‌هایی که در هر صفت دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

آنزیم‌های آنتی اکسیدان در کاهش اثرات تخریبی تنش شوری است.

در شرایط نرمال تفاوت معنی‌داری میان غلظت مالون دی آلدهید گیاهچه ارقام نخود مشاهده نشد اما تنش شوری سبب افزایش غلظت مالون دی آلدهید در بافت گیاهچه این گیاهان گردید. بیشترین میزان غلظت مالون دی آلدهید که بیانگر تخریب غشا سلولی گیاهچه است در ارقام MCC759، MCC361 و MCC101 به میزان ۰/۹۵، ۰/۹٤ و ۰/۹۲ نانومول بر گرم وزن‌تر گیاهچه مشاهده شد در حالیکه رقم MCC392 کمترین غلظت مالون دی آلدهید در شرایط تنش شوری را داشت (۰/۲۹ نانومول بر گرم وزن‌تر گیاهچه) (جدول ۳). تنش‌های محیطی با تأثیر گذاری بر سلامت غشاهای سلولی که عمدتاً از اسیدهای چرب به همراه ترکیبات پروتینی و کربوهیدرات‌ها تشکیل شده‌اند، فرآیندهای گیاهی و سلامت سلول‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Cavalanti *et al.*, 2007). اندازه‌گیری میزان نشت پذیری غشای سلولی و میزان تخریب اسیدهای چرب غشا (از طریق اندازه‌گیری غلظت مالون دی آلدهید) از جمله راه‌های تعیین پایداری غشا در شرایط تنش می‌باشد.

محققین تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش شوری را در گیاه ذرت گزارش نمودند. افزایش تجمع یون سدیم در بافت گیاه و تأثیر منفی آن بر ساختار غشا سلولی را عامل تخریب غشا سلولی و کاهش رشد گیاهچه ذرت بیان کردند (Gunes *et al.*, 2007) تنش شوری سبب تشدید تخریب غشای سلولی در گیاهچه برنج شد. تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر تنش شوری و تولید مالون دی آلدهید برگ که ناشی از تخریب و تجزیه چربی‌های غشا سلولی است می‌تواند به عنوان یک معیار مناسب برای بررسی واکنش گیاه برنج به تنش شوری بررسی شود (Bandeoglu *et al.*, 2004) .

فتوسنتز و تنفس: نتایج نشان داد فتوسنتز ارقام نخود در شرایط نرمال متفاوت بود و بیشترین میزان فتوسنتز در رقم MCC39 مشاهده شد (۱۵/۲ میکرومول دی اکسید کربن در متر مربع سطح برگ در ثانیه) که تفاوت معنی‌داری با میزان فتوسنتز ارقام MCC870، MCC358، MCC552 و MCC10 نداشت. تنش شوری سبب کاهش معنی‌دار فتوسنتز در تمام ارقام نخود مورد مطالعه شد اما در این شرایط ارقام MCC873، MCC10،MCC78، MCC870،MCC537 و MCC392 در مقایسه با سایر ارقام مورد مطالعه از سطح فتوسنتز بالاتری برخوردار بودند (جدول ۳). این نتایج نشان داد ارقام فوق الذکر در شرایطی از وضعیت فتوسنتزی بهتری برخوردار بودند که میزان پایداری غشای سلولی آنها در مقایسه با سایر ارقام از ثبات بیشتری برخوردار بود. تنش شوری سبب تشدید میزان تنفس در برگ کلیه ارقام نخود شد. کمترین میزان تنفس در شرایط تنش شوری به ارقام MCC10، MCC78، MCC870 و MCC392 تعلق داشت (به ترتیب ۱/۵، ۱/۸، ۱/۸ و ۱/۷ اکسیژن در متر مربع سطح برگ). پس از این ارقام، ارقامMCC873، MCC537 وMCC776 کمترین میزان تنفس را داشتند. کاهش فتوسنتز تحت تأثیر تنش شوری یک فرآیند قابل پیش بینی است که دلایل مختلفی چون تخریب کلروفیل (Munns, 2002)، کاهش فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی و اختلالات روزنه‌ای (Jacob *et al.*, 2005) و تجمع یون‌های مضر در اندام‌های فتوسنتز کننده (حبیب الهی و همکاران، ۱۳۹۱) از دلایل آن است. گیاهان متحمل به تنش شوری با حفظ پایداری سلول‌ها و در نتیجه حفظ سطح بالایی از توانایی فتوسنتزی، در شرایط تنش شوری از فتوسنتز بیشتری برخوردارند (Cavalanti *et al.*, 2007). Munns (۲۰۰۲) بیان نمود افزایش میزان تنفس تحت تأثیر تنش شوری یک فرایند طبیعی برای تأمین انرژی مورد نیاز برای فعال‌سازی سازوکارهای تحمل تنش شوری نظیر ساخت متابولیت‌های سازگار، ساخت آنتی اکسیدان‌ها و فعال کردن پمپ‌های یونی است، اما افزایش بی رویه تنفس گیاهی در شرایط تنش شوری یک فرایند نامطلوب است و کاهش ذخایر غذایی گیاه را در پی دارد. در پژوهش حاضر نیز ارقام MCC10، MCC78، MCC870 وMCC392 که از توانایی فتوسنتزی بالاتری برخوردار بودند از شدت تنفس کمتری برخوردار بودند (به استثنای ارقام MCC537 وMCC537 که در سطح

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

تنفس بعدی قرار داشتند) که نشانگر حفظ قابلیت فتوسنتزی این ارقام در شرایط تنش شوری است.

نتیجه‌گیری:

نتایج نشان داد تنش شوری سبب تأخیر در جوانه‌زنی و کاهش رشد گیاهچه ارقام نخود شد. ارقام MCC776، MCC101 و MCC774 که کمترین درصد ظهور گیاهچه بر سطح خاک را داشتند از کمترین میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز تحت تأثیر تنش شوری نیز برخوردار بودند که بیانگر تأثیر منفی تنش شوری بر فعالیت‌های آنزیمی بذر و جوانه‌زنی آن است. در شرایط تنش شوری ارقام MCC873، MCC10، MCC78، MCC870، MCC537 و MCC392 دارای بیشترین فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و غلظت‌های کمتر مالون دی آلدهید بودند که منجر به حفظ سطح بالاتری از میزان فتوسنتز و وزن خشک گیاهچه در شرایط تنش شوری در مقایسه با سایر ارقام شد. این نتایج نشان داد فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در تحمل شوری ارقام نخود و کاهش تخریب غشاهای سلولی نقش موثری دارد.

منابع:

اله دادی، ا.، دشتی، ش.، عسکری، ح.، اکبری، غ. و حاجی هاشمی، ز. (۱۳۸۷) واکنش جوانه زنی و رشد گیاهچه به تنش شوری در ۲٤ رقم نخود ایرانی. پژوهش در علوم کشاورزی ٤: ۱۰-۱.

باقری فرد، گ.، رضایی، ع. م.، باقری فرد، ا. ا.، محمدی، ش. و باقری، ع. (۱۳۹۳) اثر تنش شوری بر خصوصیات جوانه زنی و شاخص‌های رشدی پنج رقم سویا. نشریه تحقیقات بذر ۵۱:٤-٤۰.

بهبودیان، ب.، لاهوتی، م. و نظامی، ا. (۱۳۸٤) بررسی اثرات شوری بر جوانه زنی ارقام نخود. مجله علمی کشاورزی ۱۳۷:۲۸-۱۲۷.

حبیب الهی، ن.، مهدیه، م. و امیرجانی، م.ر. (۱۳۹۱) اثر تنش شوری بر رشد، پرولین، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان و کارآیی فتوسیستم II در ارقام حساس و مقاوم برنج. زیست شناسی گیاهی ۱۳: ۹٦-۸۵.

فرهودی، ر. (۱۳۹۱) اثر تنش شوری بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، نشت پذیری غشا سلولی و رشد گیاهچه ارقام کلزا. فرآیند و کارکرد گیاهی ۱:۲٤-۱۳.

قلی پور، م.، رحیم‌زاده خویی، ف.، قاسمی، ک. و مقدم، م. (۱۳۸۲) اثرات شوری بر ارقام نخود در مرحله هتروتروف. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰: ۱۰۷-۹۷.

عباسی، ع. ر.، انتصاری،م. و ابراهیمی، ا. (۱۳۹۳). اثر تنش شوری بر مؤلفه‌های جوانه زنی، مقدار کلروفیل و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ژنوتیپ های نخود ایرانی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران ٤۵: ٤۷۲-٤٦۱.

مجنون حسینی، ن. (۱۳۹۲) جایگاه حبوبات در کشاورزی ایران، مجموعه مقالات پنجمین کنفرانس حبوبات ایران. پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ایران.

Ashraf. M. and McNeilly, T. (2004) Salinity tolerance in Brassica oilseeds. Critical Review of Plant Science 23: 157-174.

Ashraf. M. and. Ali, Q. (2008) Relative membrane permeability and activities of some antioxidant enzymes as the key determinants of salt tolerance in canola (*Brassica napus* L.). Environmental and Experimental Botany 63 :266–273.

Bandeoglu, E., Eyidogan, F., Yucel, M. and Oktem, H. A. (2004) Antioxidant response of shoots and roots of lentil to NaCl Salinity stress. Plant Growth Regulation 42:69-77.

Bhattacharjee, S. and Mukherjee, A. K. (2002) Salt stress induced cytosolute accumulation, antioxidant response and membrane deterioration in three rice cultivars during early germination. Seed Science and Technology 30:279-287.

Cavalanti, F. R., Lima, J., Silva, S. L. F., Viegas, R. A. and Silveira, J. A. G. (2007) Roots and leaves display contrasting oxidative response during salt stress and recovery in cowpea. Journal of Plant Physiology 164:591-600.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1955) Assay of catalase and peroxidases. Method of Enzymology 2:764-775.

Gunes, A., Inal, A., Alpuslan, M., Fraslan, F., Guneri, E. and Cicek, N. (2007) Salicylic acid induced changes on some physiological parameters symptomatic for oxidative stress and mineral nutrition in maize grown under salinity.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

Journal of Plant Physiology 164: 728-736.
Hernandez, J. A., Jimenze, A. and Sevilla, F. (2000) Tolerance of pea (*Pisum sativum* L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. Plant, Cell and Environment 23:853-862.
Jakob, G., Ton, J., Flors,V., Zimmerli, L. J., Metraux, P. and Mauch- Mani, B. (2005) Enhancing *Arabidopsis* salt and drought stress tolerance by chemical priming for its ABA Response. Plant Physiology 139: 267-274.
Kato-Noguchi, H. and Macias, F. A. (2008) Inhibition of germination and α-amylase induction by 6-methoxy-2-benzoxazolinone in twelve plant species. Biological Plantaum 52:351-354.
Mittler, R. and Ziinskas, B. A. (1994) Regulation of pea cytosolic ascorbate peroxidase and other antioxidant enzymes during the progression of drought stress and following recovery from drought. Plant Journal 5: 397 -405.
Munns, R. (2002) Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment 25:239-250.
Munns, R. and James, R. A. (2003) Screening methods for salinity tolerance: a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil 253: 201-218.
Okcu, G., Kaya, M. D. and Atak, M. (2005) Effect of salt and drought stress on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum*). Turkish Journal of Agriculture 29:137-243.
Oliveira-Neto, B., Damasceno, A. T, Assis, F., Gomes-Filho, E., Enéas-Filho, J. and Tarquinio Prisco, J. (1998) Effect of NaCl salinity on the expression of a cotyledonary a - amylase from *Vigna unguiculata*. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal 10:97-100
Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Côme, D., Corbineau, D. and Bogatek, R. (2007) Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemistry Ecology 33:251–264.
Scott, S. J., Jones, R. A. and Williams, W. A. (1984) Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science 24:1192-1199.
Shirazi, M. U., Ashraf, M. Y., Khan, M. A. and Nagvi, M. H. (2005) Potassium induced salinity tolerance in wheat. International Journal of Environment Science Technology 2:233-236.
Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobns, U. and Weschke, W. (2000) Diffrentl response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensetive seedling of foxtail millet. Physiology Plantarum 109: 435-442.
Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, O. (2006) Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relation in two maize cultivars. Plant Soil Environment 52: 186-191.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.21.18.0] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]